اثرات کاهش سطح پروتئین جیره و درصد پودر ماهی بر شاخص های رشد و میزان نیتروژن آزاد شده در ماهی قزل آلای رنگین کمان، *Oncorhynchus mykiss*, Walbaum 1792

علی اعظم اسماعیلی[1]، عبدالصمد کرامت*[1]، اسدالله تیموری یانسری[1]، حسین اورجی[1]

*Amirkola@yahoo.com

۱-گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران

تاریخ دریافت: اردیبهشت ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: تیر ۱۳۹۷

چکیده

در این تحقیق اثرات کاهش سطح پروتئین خام به همراه جایگزینی قسمتی از پودر ماهی با منابع پروتئین گیاهی در جیره ماهی قزل آلای رنگین کمان مورد مطالعه قرار گرفت. به این منظور جیره هایی با سه سطح پروتئینی ۴۰، ۳۶ و ۳۲ درصد با سطوح پودر ماهی ۶۰، ۴۰ و ۲۰ درصد با متعادل سازی الگوی اسیدهای آمینه مورد استفاده قرار گرفت، که شامل: ۹ تیمار با سه تکرار بود. نتایج نشان داد که تأثیر سطح پروتئین در شاخص های رشد معنی دار بود ($p<۰/۰۵$). ولی جایگزینی پودر ماهی تنها بر ضریب رشد ویژه و رشد نهایی اثر داشت ($p<۰/۰۵$). اثرات متقابل سطوح پروتئین و میزان جایگزینی پودر ماهی، بر ضریب رشد ویژه معنی دار بود ($p<۰/۰۵$) و در سایر شاخص های رشد تأثیری مشاهده نگردید ($p>۰/۰۵$). بالاترین سرعت رشد ویژه مربوط به تیمار 36p40f (۳۶ درصد پروتئین خام و۴۰درصد تأمین پروتئین با پودر ماهی) به میزان ۰/۰۲±۱/۷۶ بود. بررسی میزان کل نیتروژن آمونیایی (TAN) نشان داد که سطوح پروتئین خام و جایگزینی پودر ماهی به صورت جداگانه و متقابل اثر گذار بود ($p<۰/۰۵$) و کمترین میزان نیتروژن آمونیایی در دو تیمار 36p20f و 32p40f مشاهده شد. در نتیجه مشخص گردید کاهش سطح پروتئین جیره تا ۳۶ درصد و جایگزینی بیش از ۶۰ درصد پودر ماهی با منابع پروتئین گیاهی در جیره قزل آلای رنگین کمان با متعادل سازی الگوی اسید های آمینه بدون تأثیر منفی در شاخص های رشد امکان پذیر است و می تواند میزان ورود نیتروژن آمونیایی به منابع آبی را کاهش دهد.

لغات کلیدی: سطوح پروتئین، پودر ماهی، اسید آمینه، رشد، ضریب تبدیل غذایی

*نویسنده مسئول

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.4.14.4]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.117747]

مقدمه

پودر ماهی به عنوان مهمترین منبع تامین کننده پروتئین در تغذیه ماهیان گوشتخوار محسوب می شود که دلایل آن داشتن محتوای پروتئین بالا، ترکیبات ریزمغذی، ترکیب اسیدآمینه های مورد قبول و امکان پلت شدن مناسب است (Gatlin *et al*., 2007). تولید پودر ماهی وابسته به صید ماهیان پلاژیک (سطح زی) است، که ذخایر آنها در حال تهدید است (FAO, 2016). و طی سال های گذشته قیمت آن به شدت رو به افزایش گذاشته است. بنابراین در افزایش روزافزون تولید آبزیان پرورشی بایستی وابستگی به پودرماهی را کاهش و پروتئین مناسب جایگزین را افزایش داد (Bendiksen *et al*.,2011 ;Gatlin *et al*., 2007). تعداد زیادی از محصولات گیاهی و جانوری خشکی زی، فرآورده های جانبی ماهی و جلبک ها به طور وسیع مورد مطالعه قرار گرفتند. چند ماده اولیه گیاهی (مثل ذرت، سویا، کلزا، گندم، نخود و باقلا و...) با مقدار دسترسی بالا، قیمت نسبی و محتوای مواد مغذی خوب به عنوان جایگزین مناسب برای پودر ماهی معرفی شدند (Barrows *et al*., 2007) و جایگزینی موفق، بخشی از پودر ماهی با منابع گیاهی در تحقیقات زیادی گزارش گردیده است (Bo´rquez *et al*., 2011; Burr *et al*., 2012; Collins *et al*., 2012; Guroy *et al*., 2012; Slawski *et al*., 2012). اگر چه پروتئین های گیاهی دارای مزیت های زیادی هستند (Rolland *et al*., 2015). ضعف هایی نیز مانند پایین بودن سطح پروتئین و نقصان برخی اسیدهای آمینه دارندکه جهت تأمین مواد مغذی مناسب برای گونه های خاص نیاز به اصلاح الگوی اسیدهای آمینه دارند (Médale and Kaushik, 2009; Medal *et al*., 2013). با توجه به تغییرات اقلیمی و گرم شدن زمین و کمبود آب در سال های آتی، منابع آبی دارای ارزش بسیار بالایی هستند و مهمترین چالش پیش روی آبزی پروری به ویژه برای قزل آلای رنگین کمان محسوب می شوند (Marc and Verdegem, 2013). یکی از راه های کم کردن فشار آلودگی پرورش ماهی به سیستم آبی کاهش میزان ورودی آمونیوم به آب و در نتیجه نیاز کمتر به تعویض آب در سیستم پرورشی می باشد (Keramat Amirkolaie, 2011). کاهش مقدار پروتئین در غذای ماهیان یکی از استراتژی های قوی برای افزایش پایداری تولید، به ویژه در تولید قزل آلای رنگین کمان محسوب می شود (Cho and Burreu, 2001). از آن جایی که کاستن محتوای پروتئین جیره ممکن است در شاخص های رشد اختلال ایجاد نماید، بایستی با متوازن نمودن الگوی اسید آمینه نسبت به رفع این مشکل اقدام نمود تا بتوان به رشد مناسب دست یافت. کاهش محتوای پروتئین با تمهیدات لازم، سبب کاهش هزینه تولید و خیلی مهم تر سبب کاهش فشار به محیط زیست می شود (Zongjia *et al*., 2003). با اینکه تحقیقات زیادی تاکنون در رابطه با جایگزینی پودر ماهی و یا حتی استفاده از مکمل اسیدهای آمینه برای بهبود کیفیت پروتئین انجام شده است، ولی تاکنون کارهای زیادی در رابطه با تنظیم جیره ها بر اساس اسیدهای آمینه ضروری وغیر ضروری و کنترل نسبت اسید های آمینه برای کاهش میزان پروتئین غذا انجام نشده است. این تحقیق به طور همزمان کاهش سطح پروتئین خام و جایگزینی پودر ماهی را مورد بررسی قرار داده است.

مواد و روش کار

جیره:

منابع پروتئینی غذا تهیه، و ترکیب و الگوی اسیدهای آمینه مشخص شد. تیمارها بر اساس سطح پروتئین خام و میزان جایگزینی پودر ماهی در جیره تعریف شدند. در این تحقیق سطح پروتئین جیره (۴۰، ۳۶و ۳۲٪) و میزان پودر ماهی (۲۰، ۴۰و ۶۰٪) مجموعا منجر به ساخت نه جیره آزمایشی گردید (جدول۱). کمبود اسید های آمینه ضروری تیمارهای حاوی پروتئین کم ویا گیاهی بر اساس استاندارد NRC (۲۰۱۱) ، برای رسیدن به سطوح مورد نظر محاسبه شد و با افزودن اسید های آمینه مکمل به جیره ها ، کمبودها جبران گردید. مواد پس از آسیاب نمودن از الک ۱۰۰ میکرونی عبور، به طور دقیق توزین و با هم مخلوط شدند.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.4.14.4]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.117747]

جدول ۱: ترکیب جیره ها و میزان اسیدهای آمینه افزوده شده به جیره.

Table 1: Diet integration and added amino acid rate

	تیمارها								
	32P20F	32P40F	32P60F	36P20F	36P40F	36P60F	40P20F	40P40F	40P60F
پودر ماهی ٪	۹/۲	۱۸/۳	۲۷/۵	۱۰/۳	۲۰/۵	۳۱	۱۱/۵	۲۳	۳۵
گلوتن گندم ٪	۱۵	۱۱	۵	۲۰	۱۲	۶	۲۵	۱۳	۹
آرد گندم ٪	۱۸	۱۸	۱۸	۱۱/۹	۱۱	۱۱	۱۰/۶	۸/۸	۱۱/۸
کنجاله سویا ٪	۲۵	۱۷/۵	۱۴	۲۵	۲۳	۱۷	۲۴/۵	۲۸	۱۵
آرد ذرت ٪	۱۴	۱۵	۱۲	۱۵	۱۵	۱۵	۱۱	۱۰	۱۳
روغن کانولا ٪	۱۴/۵	۱۴	۱۴	۱۴/۴	۱۴	۱۳	۱۴	۱۴	۱۳
پرمیکس ویتامینه ٪	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵
پرمیکس معدنی ٪	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵	۱/۵
هیستیدین ٪	۰/۰۲۳	۰/۰۱۸	۰/۰۰۹	۰/۰۲۱	۰/۰۰۹	۰/۰۰۱	۰/۰۲	۰/۰۰۱	۰
ایزولوسین ٪	۰/۰۲۳	۰/۰۱۲	۰	۰/۰۲	۰	۰	۰/۰۱۵	۰	۰
لوسین ٪	۰/۰۴	۰/۰۲	۰	۰/۰۳۱	۰	۰	۰/۰۲۹	۰	۰
لایزین ٪	۰/۱۰۲	۰/۰۷۶	۰/۰۴	۰/۰۹۵	۰/۰۵	۰/۰۱۵	۰/۰۹	۰/۰۰۶	۰
متیونین ٪	۰/۰۸	۰/۰۶	۰/۰۵	۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۰۴۳	۰/۰۸	۰/۰۵	۰/۰۴
فنیل آلانین ٪	۰/۱۳	۰/۰۹۲	۰/۰۹	۰/۱	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۹	۰/۰۸
تریپتوفان ٪	۰/۰۱۲	۰/۰۱	۰/۰۱	۰/۰۱۱	۰/۰۰۶	۰/۰۰۲	۰/۰۱	۰/۰۰۱	۰
والین ٪	۰/۰۷	۰/۰۵۵	۰/۰۳۶	۰/۰۶۵	۰/۰۳۹	۰/۰۱۸	۰/۰۶	۰/۰۲۲	۰/۰۰۷
سلولز ٪	۰/۸	۲/۸	۶/۷	۰	۱/۲	۳/۸	۰	۰	۰
ماده خشک ٪	۸۹/۸۲	۸۸/۲۸	۸۵/۴۸	۹۰/۹۳	۸۹/۹۵	۸۷/۸۱	۹۱/۳۱	۹۱/۳۷	۹۱/۵۲
پروتئین قابل جذب ٪	۳۲/۰۳	۳۲/۱۱	۳۲/۰۹	۳۶/۰۷	۳۶/۰۰	۳۶/۰۶	۴۰/۱۰	۴۰/۰۲	۴۰/۲۴
چربی ٪	۱۸/۲۴	۱۸/۳۳	۱۸/۷۱	۱۸/۳۷	۱۸/۴۱	۱۷/۹۹	۱۸/۲۴	۱۸/۵۵	۱۸/۵۶
خاکستر ٪	۳/۵۸	۳/۶۱	۳/۷۶	۳/۲۹	۳/۵۶	۳/۷۱	۳/۲۱	۳/۷۲	۳/۸۵
انرژی قابل جذب کیلو کالری در گرم	۴/۰۰	۴/۰۳	۴/۰۴	۴/۰۰	۴/۱۱	۴/۱۲	۳/۹۴	۴/۱۷	۴/۲۵

مخلوط خمیری شکل حاصل به کمک چرخ گوشت به صورت رشته‌هایی با قطر ۳ و ۴ میلی‌متر تبدیل و پس از خشک‌شدن و جداسازی خاکه، غذاها بسته بندی و شماره-گذاری شدند.

شرایط کارگاه و پرورش:

برای انجام این تحقیق مزرعه پرورش ماهی واقع در روستای سنگ بست از توابع شهرستان آمل با آب چاه انتخاب گردید. به منظور خروج و تعدیل گازها و املاح، ابتدا آب چاه وارد مخازن ذخیره شد و پس از هوادهی به ظروف پرورش، پمپاژ می‌گردید. با توجه به تعداد تیمارها (نه تیمار)، ظروف صد و پنجاه لیتری به تعداد ۲۷ عدد با یک لایه فوم پنج میلیمتری پوشش داده شد تا از نوسانات دمایی جلوگیری شود. در ابتدای انشعاب ورودی آب هر ظرف یک عدد شیر قرار داده شد تا بتوان با توجه به فواصل مختلف ظروف از لوله اصلی آبرسان و پمپ، دبی

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.4.14.4]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.117747]

آب ورودی را بطور نسبی به میزان پنج لیتر در دقیقه برای تمام ظروف تنظیم نمود. دمای آب در طول دوره بین ۲۰-۱۷/۵ درجه سلسیوس (میانگین ۱۸/۳۵ درجه سلسیوس), pH بین ۸/۲۵-۷/۹۵ (میانگین ۸/۱۱)، اکسیژن محلول ۷-۶/۵ با میانگین ۶/۷۹ میلی گرم در لیتر، قلیائیت ۲۰±۳۰۰ میلی گرم $CaCo_3$ در لیتر و سختی کل آب ۲۵±۲۶۰ میلی گرم $CaCo_3$ در لیتر بود. برای هوادهی ظروف از یک دستگاه دمنده استفاده شد. تعداد ۵۰۰ قطعه ماهی جوان قزل آلا با میانگین وزنی ۳۰ گرم خریداری و با خودروی مجهز به مزرعه حمل شد. ماهیان به مدت پنج روز با غذای معمول تجاری در یک استخر سی متر مربعی جهت عادت پذیری نگهداری گردیدند. سپس با سنجش شاخص های زیستی و خارج نمودن ماهیان خیلی ریز و خیلی درشت ، تعداد ۴۰۵ قطعه با میانگین وزنی ۰/۴±۳۲/۷ گرم انتخاب و به تعداد پانزده قطعه در هر ظرف ذخیره سازی شدند. مقدار غذای روزانه بر اساس بیوماس و جدول غذادهی محاسبه و در سه وعده در ساعت های هشت صبح، ظهر و چهار عصر داده شد. البته در وعده ظهر سعی شد تا حد سیری غذادهی انجام شود. غذادهی به مدت ۱۲ هفته ادامه داشت.

نمونه برداری ها و سنجش فاکتورها:

فاکتورهای آب شامل درجه‌حرارت، pH ، اکسیژن محلول، مقدار کل نیتروژن (TAN^1) ، نیترات و نیتریت با استفاده از دستگاه فتومتر پالین تست مدل ۲۷۰۰ اندازه گیری و ثبت گردید. در پایان دوره، شاخص های رشد پس از زیست‌سنجی و تعیین طول و وزن ماهیان ، با استفاده از روابط زیر محاسبه شد.

۱- میزان افزایش وزن بدن (Tacon, 1990)

وزن اولیه(گرم)- وزن نهایی(گرم)= افزایش وزن (گرم)

۲- نرخ رشد ویژه (Wootan, 1990)

[طول دوره پرورش(روز)/ (lnW2-lnW1)]×۱۰۰= نرخ رشد ویژه (SGR^2)

W_2: وزن نهایی (گرم) W_1: وزن اولیه (گرم)

۳- ضریب تبدیل غذایی (Hevory, 2005)

افزایش وزن بدن(گرم)/مقدارغذای خورده شده(گرم)= ضریب تبدیل غذایی (FCR^3)

۴- درصد بازماندگی (Qinghui *et al*, 2004)

[تعداد اولیه/ (تعداد تلفات – تعداد اولیه)]× ۱۰۰= درصد بازماندگی

۵- شاخص کبدی (Piedecausa *et al*, 2007)

[وزن بدن(گرم)/ وزن کبد(گرم)]× ۱۰۰= شاخص کبدی(HSI^4)

۶- شاخص احشایی (Piedecausa *et al*, 2007)

[وزن بدن(گرم) / وزن توده احشایی (گرم)]×۱۰۰ = شاخص احشایی(VSI^5)

تجزیه و تحلیل داده ها:

ابتدا وضعیت نرمال بودن داده ها آزمایش شد. سپس با استفاده از آنالیز واریانس دو طرفه مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند .عوامل مورد مطالعه در این تحقیق، سطوح متفاوت پروتئین و جایگزینی پودر ماهی بودند . آنالیز داده ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS16 انجام شد. برای مقایسه میانگین ها نیز از آزمون چند دامنه دانکن و با درصد خطای ۵ درصد استفاده گردید.

1=Total Amonia Nitrogen

2=Specific Growth Rate

3=Feed Conversion Ratio

4= Hepato Somatic Index

5=Viscera Somatic Index

نتایج

نتایج حاصل از زیست سنجی ماهیان نشان داد که کاهش سطح پروتئین تا ۳۶ درصد اثر منفی بر شاخص های رشد ندارد ($p>۰/۰۵$). ولی پروتئین ۳۲ درصد می تواند بر رشد نهایی، ضریب رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی و ضریب بازماندگی اثرگذار باشد ($p<۰/۰۵$). بیشترین وزن نهایی و سرعت رشد ویژه در تیمار 36p40f و کمترین آنها در تیمار 32p20f مشاهده گردید. بهترین ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای 40p40f و 36p60f نشان از تأثیر

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.4.14.4]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.117747]

سطح پروتئین خام در این شاخص داشتند و کاهش سطح پروتئین به ۳۲ درصد، افزایش ضریب تبدیل غذایی را به همراه داشت. بالاترین میزان بازماندگی در تیمارهای 40p40f، 36p60f، 36p40f و 36p20f مشاهده شد و تأثیر سطح پروتئین به طور جداگانه در این شاخص معنی دار بود و کاهش پروتئین به ۳۲ درصد، کاهش میزان بازماندگی را نشان داد (جدول ۲). در خصوص شاخص کبدی اثر تیمارها معنی دار نبود، اما بیشترین شاخص کبدی مربوط به تیمارهای 40p20f و 32p20f و کمترین آن در تیمارهای 40p40f و 36p20f مشاهده گردید. در مورد شاخص احشایی تأثیر سطوح پروتئین معنی دار نبود، ولی نسبت جایگزینی پودر ماهی مؤثر بود و بیشترین شاخص احشایی در تیمار 40p20f و کمترین آن در تیمارهای 36p40f و 32p20f مشاهده گردید (جدول ۳). جایگزینی پودر ماهی بر رشد نهایی و ضریب رشد ویژه مؤثر بود ($p<0/05$)؛ ولی بر سایر شاخص های رشد تأثیری نداشت ($p>0/05$). در بررسی اثرات متقابل سطوح پروتئین و جایگزینی پودر ماهی نشان داده شد که کاهش سطح پروتئین به همراه جایگزینی پودر ماهی به جز ضریب رشد ویژه بر سایر شاخص های رشد بی اثر می باشد ($p>0/05$). بالاترین رشد نهایی مربوط به تیمار 36p40f بود (جدول ۲). نتایج نشان داد که در تمام موارد متغیرها به طور جداگانه و متقابل بر مقدار تولیدات ازته تأثیرگذار بودند ($p>0/05$).

در تیمارها کمترین مقدار نیتروژن کل آمونیایی در تیمار 36p20f و 32p40f مشاهده گردید و تیمار 40p40f بیشترین تولید نیتروژن آمونیایی را داشت. در خصوص نیترات بیشترین مقدار در تیمار 40p20f و 36p60f و کمترین در تیمار 36p40f مشاهده شد. در مورد نیتریت کمترین مقدار در تیمارهای 32p40f و 32p20f و بیشترین در تیمارهای 40p60f و 40p20f به دست آمد (جدول ۴).

جدول ۲: اثر جیره ها در شاخص های رشد

Table 2: Diets effect on growth Index.

پروتئین٪	پودر ماهی٪	وزن اولیه (گرم)	وزن نهایی (گرم)	سرعت رشدویژه	ضریب تبدیل غذایی	میزان بازماندگی٪
	۶۰	۳۲/۷±۰/۳۷	۱۵۱±۱/۴۸^{ab}	۱/۷۰±۰/۰۱^{b}	۱/۰۲±۰/۰۷^{ab}	۹۳/۳۳±۶/۶۷^{ab}
۴۰	۴۰	۳۲/۸±۰/۳۴	۱۵۶±۱/۲۱^{bc}	۱/۷۳±۰/۰۱^{c}	۰/۹۵±۰/۰۱^{a}	۱۰۰±۰/۰۰^{b}
	۲۰	۳۲/۸±۰/۳۴	۱۵۰/۶±۱/۷۵^{ab}	۱/۶۹±۰/۰۲^{b}	۱/۰۷±۰/۰۷^{b}	۹۳/۳۳±۰/۰۰^{ab}
	۶۰	۳۲/۹±۰/۲۳	۱۵۲±۱/۵۸^{abc}	۱/۷۰±۰/۰۱^{b}	۰/۹۷±۰/۰۳^{a}	۱۰۰±۰/۰۰^{b}
۳۶	۴۰	۳۲/۸±۰/۱۴	۱۶۰/۷±۱/۵۱^{c}	۱/۷۶±۰/۰۲^{d}	۰/۹۸±۰/۰۳^{ab}	۱۰۰±۰/۰۰^{b}
	۲۰	۳۲/۷±۰/۲۱	۱۴۹/۴±۱/۱۲^{ab}	۱/۶۹±۰/۰۱^{b}	۰/۹۷±۰/۰۱^{ab}	۱۰۰±۰/۰۰^{b}
	۶۰	۳۲/۸±۰/۲۷	۱۵۰/۵±۱/۵۵^{ab}	۱/۶۹±۰/۰۲^{b}	۱/۰۳±۰/۰۱^{ab}	۸۸/۸۹±۳/۸۵^{a}
۳۲	۴۰	۳۲/۶±۰/۴۸	۱۴۶/۹±۱/۷۱^{ab}	۱/۶۷±۰/۰۳^{ab}	۱/۰۴±۰/۰۲^{ab}	۹۱/۱۱±۳/۸۵^{ab}
	۲۰	۳۲/۶±۰/۵۱	۱۴۵/۴±۱/۳۰^{a}	۱/۶۶±۰/۰۱^{a}	۱/۰۶±۰/۰۹^{b}	۸۸/۸۹±۱۰/۱۸^{a}
			آنالیز آماری داده			
اثر پروتئین		p=۰/۷۶۱	p=۰/۰۳۳	p=۰/۰۰۰	p=۰/۰۱۶	p=۰/۰۰۱
اثرپودرماهی		p=۰/۸۰۹	p=۰/۰۱۶	p=۰/۰۰۰	p=۰/۲۴۵	p=۰/۳۶۵
اثرمتقابل		p=۰/۸۸۰	p=۰/۴۶۷	p=۰/۰۰۲	p=۰/۲۸۴	p=۰/۷۵۹

*حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار بین تیمارها است($p>0/05$).

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.4.14.4]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.117747]

جدول ۳: اثر جیره ها در شاخص کبدی و احشایی

Table 3: Diets effect on Hepato and Viscera Somatic Index.

پروتئین٪	پودر ماهی٪	تیمار	شاخص کبدی٪	شاخص احشایی٪
	۶۰	40p60f	۱/۱±۰/۲۰	۱۲/۴۱±۱/۱۳^{a}
۴۰	۴۰	40p40f	۱/۰۱±۰/۰۵	۱۲/۳۱±۱/۰۲^{a}
	۲۰	40p20f	۱/۲۷±۰/۰۶	۱۵/۷۷±۲/۳۸^{c}
	۶۰	36p60f	۱/۱۴±۰/۲۵	۱۲/۴۶±۰/۴۷^{a}
۳۶	۴۰	36p40f	۱/۱۷±۰/۲۲	۱۱/۰۶±۱/۴۹^{a}
	۲۰	36p20f	۱/۰۶±۰/۱۲	۱۵/۵۶±۰/۱۹^{bc}
	۶۰	32p60f	۱/۱±۰/۰۴	۱۱/۹۶±۲/۳۲^{a}
۳۲	۴۰	32p40f	۱/۱۷±۰/۱۴	۱۳/۲۰±۱/۲۰^{ab}
	۲۰	32p20f	۱/۲۶±۰/۰۵	۱۱/۰۶±۰/۴۵^{a}
		آنالیز آماری داده ها		
اثر پروتئین			p=۰/۶۸۲	p=۰/۱۱۶
اثر پودر ماهی			p=۰/۳۹۸	p=۰/۰۱۳
اثر متقابل			p=۰/۲۴۷	p=۰/۰۰۶

*حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار بین تیمارها است(p>۰/۰۵).

جدول ۴: اثر جیره ها بر مقدار کل نیتروِن آمونیایی (TAN)، نیترات و نیتریت

Table 4:Diets effect on Total Amonia Nitrogen, Nitrate and Nitrite Rate.

پروتئین٪	پودر ماهی٪	نیتروژن آمونیایی (میلی گرم در لیتر)	نیترات (میلی گرم در لیتر)	نیتریت (میلی گرم در لیتر)
	۶۰	۰/۲۲±۰/۰۱^{b}	۱/۳۱±۰/۰۴^{bc}	۰/۱۲±۰/۰۱^{c}
۴۰	۴۰	۰/۲۹±۰/۰۰^{c}	۱/۳۵±۰/۰۰^{c}	۰/۱۰±۰/۰۰^{b}
	۲۰	۰/۲۲±۰/۰۰^{b}	۱/۴۱±۰/۰۲^{d}	۰/۱۲±۰/۰۰^{c}
	۶۰	۰/۲۰±۰/۰۱^{b}	۱/۴۵±۰/۰۱^{d}	۰/۱۱±۰/۰۰^{b}
۳۶	۴۰	۰/۲۰±۰/۰۱^{b}	۱/۲۳±۰/۰۴^{a}	۰/۱۱±۰/۰۱^{b}
	۲۰	۰/۱۶±۰/۰۱^{a}	۱/۳۳±۰/۰۲^{c}	۰/۱۰±۰/۰۰^{b}
	۶۰	۰/۲۰±۰/۰۲^{b}	۱/۲۷±۰/۰۱^{ab}	۰/۱۰±۰/۰۱^{b}
۳۲	۴۰	۰/۱۵±۰/۰۱^{a}	۱/۳۳±۰/۰۱^{c}	۰/۰۹±۰/۰۰^{a}
	۲۰	۰/۲۰±۰/۰۲^{b}	۱/۲۷±۰/۰۱^{ab}	۰/۰۸±۰/۰۰^{a}
		آنالیز آماری داده ها		
اثر پروتئین		p=۰/۰۰۰	p=۰/۰۰۰	p=۰/۰۰۰
اثر پودر ماهی		p=۰/۰۰۳	p=۰/۰۱۲	p=۰/۰۰۱
اثر متقابل		p=۰/۰۰۰	p=۰/۰۰۰	p=۰/۰۰۰

*حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار بین تیمارها است(p>۰/۰۵).

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.4.14.4]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.117747]

بحث

نتایج این تحقیق نشان داد که میزان سطح پروتئین بر شاخص های رشد تأثیر مستقیم دارد، و سوابق پژوهشهای گذشته نیز همین نتیجه را نشان داد (Zongjia *et al*., Mambrini 2003; Figueiredo-Silva *et al*.,2015; Saravanan *et al*.,2013; Yamamoto *et al*.,1999; Tulli *et al*.,2010; *et al*., 2005) همگی طی بررسیهای مختلف اذعان داشته اند که کاهش سطح پروتئین در ماهی قزل آلای رنگین کمان سبب نقصان در شاخص های رشد می گردد.

با توجه به این که بیشترین وزن نهایی و سرعت رشد ویژه در تیمار 36p40f و کمترین آنها در تیمار 32p20f مشاهده گردید، می توان گفت کاهش سطح پروتئین به ۳۲ درصد با بالانس اسیدهای آمینه نیز پاسخگوی نیازهای ماهی گوشتخوار قزل آلا نیست و احتمالا بجزء اسیدهای آمینه، محدودکننده های دیگری در این موضوع نقش دارند، که سبب اختلال در شاخص های رشد می شوند. اما کاهش سطح پروتئین تا ۳۶ درصد با متعادل سازی الگوی اسیدهای آمینه امکان پذیر است. Mariotti و همکاران (۲۰۰۸) در خصوص نیاز پروتئینی ماهیان، محاسبه بر اساس ضرب میزان نیتروژن در ضریب ثابت ۶/۲۵ را سبب ایجاد ۲۰-۱۰ ٪ خطا در محاسبات دانست و عنوان نمود از آن جایی که ترکیبات نیتروژنی خوراک، تنها پروتئین ها و اسیدهای آمینه نیستند و ترکیبات متعدد دیگری مانند اسید های نوکلئیک، آمین ها، اوره، آمونیاک، نیترات ها، نیتریت ها، فسفو لیپیدها و گلیکوزیدهای نیتروژنی نیز دارای N هستند. بنابراین با توجه به ماهیت شیمیایی و ارزش تغذیه ای متفاوت و در روند رشد اثرگذار هستند.

با توجه به نتایج، تیمارها بر شاخص کبدی اثری نداشت و بنابراین می توان اذعان کرد که کاهش سطح پروتئین به همراه جایگزینی پودر ماهی با بالانس اسیدهای آمینه بر عملکرد کبد تأثیر منفی ندارد و اختلالی در فعالیت کبدی ایجاد نمی کند، تا سبب تغییرات در شکل و یا وزن آن شود. این نتیجه با گزارش نوری و جلیلی (۱۳۹۳) مطابقت دارد. البته نتایج مشابه در مطالعات Drew و همکاران (۲۰۰۷) و Palmegiano و همکاران (۲۰۰۶)، نیز دیده شد.

از سوی دیگر، جایگزینی پودر ماهی با استفاده از منابع پروتئین گیاهی بر شاخص احشایی مؤثر بود. به طوری که در تیمارهای با سطوح بالای پروتئین، جایگزینی پودر ماهی افزایش شاخص احشایی را به همراه داشت. در گزارش نوری و جلیلی (۱۳۹۳) نتیجه مشابه دیده شد. آنها با جایگزینی کامل مواد گیاهی، شاهد افزایش شاخص احشایی بودند. در بررسی های انجام شده توسط Drew و همکاران (۲۰۰۷) و Palmegiano و همکاران (۲۰۰۶) نیز همین گونه گزارش شده است.

ولی در پژوهش حاضر، سطح پروتئین ۳۲ درصد به دلیل مصرف کمتر مواد پروتئینی و از طرفی تأمین اسیدهای آمینه از مکمل اضافه شده، افزایش شاخص احشایی مشاهده نگردید و این شاخص متعادل شد. یعنی سیستم گوارش ماهی مجبور به فعالیت بیشتر و در نتیجه افزایش وزن نبود. پس می توان چنین گفت که کاهش سطح پروتئین و جایگزینی منابع پروتئینی گیاهی با بالانس نمودن اسیدهای آمینه، مشکلی در شاخص احشایی ایجاد نمی کند.

پژوهشهای متعددی چه در داخل کشور و چه در خارج، تحت عناوین کاهش سطح پروتئین و یابررسی اثر جایگزینی پودر ماهی به شکل جداگانه در شاخص های رشد قزل آلا انجام گرفته است که می توان به تحقیقات محبوبی صوفیانی و همکاران (۱۳۷۷)، صفری و بداجی (۱۳۸۷)، جلیلی و همکاران (۱۳۹۲)، Gomes و همکاران (۱۹۹۵) و Lund و همکاران (۲۰۱۱) اشاره نمود که همگی با جایگزینی بخشی از پودر ماهی با منابع پروتئین گیاهی در جیره های ایزوکالریک (دارای سطح پروتئین ثابت) گزارش نمودند که جایگزینی حدود ۶۰-۴۰ درصد پودر ماهی در جیره قزل آلای رنگین کمان امکان پذیر است و تأثیر منفی معنی دار در شاخص های رشد ندارد.

در بررسی اثرات متقابل کاهش سطح پروتئین و جایگزینی پودر ماهی، تأثیر در سرعت رشد ویژه و شاخص احشایی معنی دار بود. کاهش همزمان سطح پروتئین به کمترین

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.4.14.4]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.117747]

مقدار و بیشرین جایگزینی پودر ماهی، کمترین سرعت رشد ویژه را به همراه داشت، ولی تا سطح ۳۶ درصد پروتئین خام و پودر ماهی ۴۰ درصد، با متعادل سازی الگوی اسید های آمینه مطلوب ترین جیره برای رسیدن به بالاترین سرعت رشد ویژه است. اثرات مثبت استفاده از اسیدهای آمینه بر شاخص های رشد، در پژوهش های محسنی و همکاران(۱۳۹۵)، کرامت و ابوالفضلی(۱۳۹۵) نیز گزارش شد. در خصوص شاخص احشایی اثرات متقابل نشان داد که کاهش سطح پروتئین و افزایش جایگزینی، افزایش ضریب احشایی را به همراه دارد، ولی با متعادل سازی الگوی اسیدهای آمینه این نقیصه به خوبی پوشش داده می شود.

در بررسی اثرات کاهش سطح پروتئین خام و جایگزینی پودر ماهی به همراه بالانس اسیدهای آمینه بر میزان تولیدات کل نیتروژن آمونیایی، نیترات و نیتریت نتایج نشان داد که در تمام موارد متغیرها به طور جداگانه و متقابل تأثیرگذار بود. مقدار کل نیتروژن آمونیایی با کاهش سطح پروتئین کاهش یافت و جایگزینی پودر ماهی اثر معکوس داشت. ولی در اثر متقابل نشان داد که متعادل سازی اسیدهای آمینه در جیره اثر منفی جایگزینی پودر ماهی را خنثی نمود و با کاهش همزمان سطح پروتئین و نسبت پودر ماهی می توان تولیدات نیتروژن آمونیایی را کاهش داد. که با نتایج مطالعه Green و همکاران (۲۰۰۲)، مبنی بر تأثیر اصلاح الگوی اسیدهای آمینه در کاهش ضایعات نیتروژنی مطابقت دارد. Randall و Tsui (۲۰۰۲)، کاهش تجزیه پروتئین (پروتئولایزیس) و شکست (کاتابولیسم) اسیدآمینه ها را یکی از راه های کاهش تولید آمونیاک معرفی کرد. Bureau (۲۰۰۴)، مهمترین فاکتور اثرگذار در میزان ضایعات متابولیک نیتروژنی را جریان کاتابولیسم و شکل گیری مجدد اسیدهای آمینه درماهی عنوان کرد. جیره غیر بالانس با اسیدهای آمینه اضافی و یا فقیر از نظر الگوی اسیدآمینه معمولا منتج به افزایش مقدار ترشح آمونیاک می شود. Barrows و Gaylord (۲۰۰۹)، استفاده از ترکیبات اسیدآمینه برای جیره های با مبنای پروتئین گیاهی را ضروری دانستند.

نتیجه نهایی این که می توان با کاهش سطح پروتئین به ۳۶ درصد و جایگزینی منابع پروتئین گیاهی به همراه متعادل سازی الگوی اسیدهای آمینه، بدون تغییر در شاخص های رشد، میزان تولید ضایعات نیتروژنی را در پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان کاهش داد که در نهایت سبب افزایش توجیه اقتصادی تولید و کاهش فشار زیست محیطی بر منابع آبی می شود.

منابع

جلیلی،ر.، آق، ن .، نوری،ف.و ایمانی، ا.، ۱۳۹۲. آثار جایگزینی پودر و روغن ماهی با منابع گیاهی در جیرهٔ غذایی ماهی قز ل آلای رنگین کمان(*Oncorhynchus mykiss*). مجله منابع طبیعی ایران، ۶۶ (۲):۱۲۱-۱۱۹.

صفری، ا. و بداجی ، ف.، ۱۳۸۷. بررسی تاثیر جایگزینی نسبی کنجاله کانولاو کنجاله سویا با آرد ماهی در جیره غذایی (*Oncorhynchus mykiss*) ماهی قزل آلای رنگین کمان. پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان، ۷۹: ۵۲-۴۵.

کرامت،ع. و ابوالفضلی،آ. ۱۳۹۵. بررسی اثرات متقابل اسید آمینه متیونین و ال کارنتین بر پارامترهای رشد ، ترکیب شیمیایی بدن ماهی قزل آلای رنگین کمان. مجله علمی شیلات ایران. سال ۲۶. شماره ۳. صفحه ۱۱۸- ۱۰۵. DOI: 10.22092/ISFJ.2017.113526

محبوبی صوفیانی، ن.، شیرمحمد، ف. و پوررضا، ج.، ۱۳۷۷. جایگزینی منابع پروتئین گیاهی به جای پودر ماهی در تغذیه ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*). علوم کشاورزی و منابع طبیعی،۲ (۱): ۱۱۲-۱۰۳.

محسنی، م .، پورکاظمی ، م .، سیدحسنی ، م ح . و پورعلی ، ح .، ۱۳۹۵. اثر مکمل متیونین و لایزین بر روند رشد، کارایی غذا، قابلیت هضم و ترکیب بدن فیل ماهی پرورشی(*Huso huso*) تغذیه شده با جیره محتوی پروتئین سویا. مجله علمی شیلات،

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.4.14.4]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.117747]

DOI: ۲۵(۱):۱۳۳-۱۱۹.
10.22092/ISFJ.2017.110228

نوری، ف. و جلیلی، ر.، ۱۳۹۳. جایگزینی کامل پودر ماهی و بخش اعظم روغن ماهی با منابع گیاهی بدون کاهش شاخص های رشدی و کارایی تغذیه ای در جیره ماهی قزل آلای رنگین کمان انگشت قد (*Oncorhynchus mykiss*). فصل نامه علمی پژوهشی محیط زیست جانوری، ۶ (۳): ۱۲۴-۱۱۳.

Barrows, F., Gaylord, T.G., Stone, D.A.J. and Smith, C.E., 2007. Effect of protein source and nutrient density on growth efficiency, histology and plasma amino acid concentration of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum). Aquaculture Research 38,16: 1747-1758. DOI:10.1111/j.1365-2109.2007.01854.

Barrows, F.T. and Gaylord, T.G., 2009. Multiple amino acid supplementations to reduce dietary protein in plant-based rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, feeds. Aquaculture, 287:180-184.DOI: 10.1016/j.aquaculture.2008.10.037.

Bendiksen, E.A., Johnsen, C.A., Olsen, H.J. and Jobling, M., 2011. Sustainable aquafeeds: Progress towards reduced reliance upon marine ingredients in diets for farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). Aquaculture, 314: 132-139. DOI:10.1016/j.aquaculture.2011.01.040.

Bureau, D.P., 2004. Factors affecting metabolic waste outputs in fish. Fish nutrition research laboratory. Department of animal and poultry science. University of Guelph, Guelph, Ontario, Canada, N1G2W1.

Burr, G.S., Wolters, W.R., Barrows, F.T. and Hardy, R.W., 2012. Replacing fishmeal with blends of alternative proteins on growth performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), and early or late stage juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*). Aquaculture, 334–336:110–116. DOI:10.1016/j.aquaculture.2011.12.044.

Cho, C.Y., Bureau, D.P., 2001. A review of diet formulation strategies and feedingsystems to reduce excretory and feed wastes in aquaculture. Aquaculture Researche, 32:349–360.

Collins, S.A., Desai, A.R., Mansfield, G.S., Hill, J.E., Van Kessel, A.G. and Drew, M.D., 2012. The effect of increasing inclusion rates of soybean, pea and canola meals and their protein concentrates on the growth of rainbow trout: concepts in diet formulation and experimental design for ingredient evaluation. Aquaculture, 344–349:90–99.
DOI:10.1016/j.aquaculture.2012.02.018.

Drew, M.D., Ogunkoya, A.E., Janz, D.M. and Van Kessel, A.G., 2007. Dietary influence of replacing fish meal and oil with canola protein concentrate and vegetable oils on growth performance, fatty acid composition and organochlorine residues in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 267(1–4): 260–268. DOI:10.1016/j.aquaculture.2011.12.044.

FAO., 2016. The State of World Fisheries and Aquaculture .contributing to food

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.4.14.4]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.117747]

security and Nutrition for all. Rome, 200 pp.

Figueiredo-Silva, C., Lemme, A., Sangsue, D. and Kiriratnikom, S., 2015. Effect of DLmethionine supplementation on the success of almost total replacement of fish meal with soybean meal in diets for hybrid tilapia (*Oreochromis niloticus* × *Oreochromis mossambicus*). Aquaculture Nutrition, 21: 234–241. DOI:10.1111/anu.12150.

Gatlin, D.M., Barrows, F.T., Brown, P., Dabrowski, K., Gaylord, T.G., Hardy, R.W., Herman, E., Krogdahl, G.HU.A., Nelson, R., Overturf, K., Rust, M., Sealey, W., Skonberg, D.e., Souza,E.J., Stone, D., Wilson,R. and Wurtele,E.,2007. Expanding the utilization of sustainable plant products in aquafeeds: a review. Aquaculture Research, 38: 551-579.

Gomes, E., Rema, P. and Kaushik, S., 1995. Replacement of fish meal by plant proteins in the diet of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): digestibility and growth performance. Aquaculture, 130: 177–186.

Green, J.A. and Hardy, R.W. (2002). The optimum dietary essential amino acid pattern for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), to maximize nitrogen retention and minimize nitrogen excretion. Fish Physiology and Biochemistry, 27: 97-108.

Gu¨roy, D., Gu¨roy, B., Merrifield, D., Tekinay, A., Davies, S. and Sahin, I., 2012. Effects of fish oil and partial fish meal substitution with oilseed oils and meals on growth performance, nutrient utilization and health of the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture International, 20:481-497. DOI: 10.1007/s10499-014-9865-4.

Hevory, E.M., Espe, M., Waagbo, R., Sandness, K., Rund, M. and Hemre, G.I., 2005. Nutrition utilization in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed increased level of fish protein hydrolysate during a period of fast growth. Aquaculture Nutrition, 11: 301-313. DOI:10.1111/j.1365-2095.2005.00357.

Keramat Amirkolaie, A., 2011. Reduction in the environmental impact of waste discharged by fish farms through feed and feeding. Reviews in Aquaculture, 3: 19–26. DOI:10.1111/j.1753-5131.2010.01040.

Lund,I., Dalsgaard,J., Rasmussen,H.T., Holm,J. and Jokumsen,A., 2011. Replacement of fish meal with a matrix of organic plant proteins in organic trout (*Oncorhynchus mykiss*) feed, and the effects on nutrient utilization and fish performance. Aquaculture, 321: 259–266. DOI:10.1016/j.aquaculture.2011.09.028.

Mambrini, M., Roem, A.J., Cravedi, J.P., Lalles, J.P. and Kaushik, S., 1999. Effects of replacing fish meal with soy protein concentrate and of DL-methionine supplementation in high-energy, extruded diets on the growth and nutrient utilization of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Journal of Animal Science, 77: 2990–2999.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.4.14.4]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.117747]

Marc, C.J. and Verdegem., 2013. Nutrient discharge from aquaculture operations in function of system design and production environment. Reviews in Aquaculture, 4:1–14. DOI:10.1111/raq.12011.

Mariotti,f., Tome,d. and Mirand,p.p.,2008. Converting Nitrogen into protein-beyond 6.25 and Jones factores.Reviews in Food Sciense Nutrition,48:177-184

Médale, F. and Kaushik, S., 2009. Protein sources in feed for farmed fish. Cahiers Agricultures, 18(2):103-111

Medale, F., Le Boucher, R., Dupont-Nivet, M., Quillet, E., Aubin, J. and Panserat, S.,2013. Plant based diets for farmed fish. INRA Productions Animales. 26, 303–315. DOI: 10.1371/0190730.

NRC,2011. Nutrient Requirements of Fish and Shrimp. National Academy Press:Washington.

Palmegiano, G.B., Dapra, F., Forneris, G.,Gai, F.,Gasco, L.,Guo, K.,Peiretti,P.G.,Sicuro, B. and Zoccarato, I., 2006. Rice protein concentrate meal as a potential ingredient in practical diets for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 258: 357–367. DOI:10.1016/2006.04.011.

Piedecausa, M.A., Mazon, M.J., Garcia, B.G. and Hernandez, M.D., 2007. Effects of total replacement of fish oil by vegetable oils in the diets of sharpsnout seabream (*Diplodus puntazzo*). Aquaculture, 263: 211-221.

Qinghui, A., Kangsen, M., Chunxiao, Z., Qingyuan, D., Beiping, T. and Zhiguo, L., 2004. Effect of dietary vitamin C on growth immune response of Japanese Seabass (*Lateolabrax japonicas*). Aquaculture, 242: 489-500.

Randall, D.J. and Tsui,T.K.N.,2002. Ammonia toxicity in fish. Marine Pollution Bulletin 45:17–23

Rolland, M., Larsen, B.K., Holm, J., Dalsgaard, J. and Skov, P.V., 2015. Effect of plant proteins and crystalline amino acid supplementation on postprandial plasma amino acid profiles and metabolic response in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture International, 23: 1071–1087. DOI:10.1007/s10499-014-9865-4.

Saravanan, S., Geurden, I., Figueiredo-Silva, A.C., Nusantoro, S., Kaushik, S., Verreth, J. and Schrama, J.W., 2013. Oxygen consumption constrains food intake in fish fed diets varying in essential amino acid composition. PLoS ONE 8, e72757.DOI:10.1371/journal.pone.0072757 .

Slawski, H., Adem, H., Tressel, R., Wysujack, K., Koops, U., Kotzamanis, Y., Wuertz, S. and Schulz, C., 2012. Total fish meal replacement with rapeseed protein concentrate in diets fed to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum). Aquaculture International, 20:443–453.

Tacon, A.G., 1990. Standard Methods for the Nutrition and Feeding of Farmed Fish and Shrimp. Nutrients Sources and

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.4.14.4]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.117747]

Composition, Argent Laboratories Press, Washington, 129 pp.

Tulli, F., Messina, M., Calligaris, M. and Tibaldi, E., 2010. Response of European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) to graded levels of methionine (total sulfur amino acids) in soya protein-based semi-purified diets. British Journal of Nutrition, 104: 664–673.DOI:10.1017/S0007114510001029.

Wootan, R.J., 1990. Ecology of teleost fish. Chapmanand Hall, London. 458 pp.

Yamamoto, T., Sugita,T. and Furuita, H., 2005. Essential amino acid supplementation to fishmeal-based diets with low protein to energy ratios improves the protein utilization in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 246: 379–391. DOI:10.1016/j.aquaculture.2008.10.037.

Zongjia,J.C., Ronald,W., Hardya, J. and Usry, L., 2003. Plant protein ingredients with lysine supplementation reduce dietary protein level in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diets, and reduce ammonia nitrogen and soluble phosphorus excretion. Aquaculture, 218: 553–565. DOI: 10.1016/S0044-8486(02)00502-1.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-01]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.4.14.4]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.117747]

The effects of low protein and fishmeal diets on growth parameters and Nitrogen excretion in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)

Esmaeili A.A.[1], Keramat A[1*], Teymori, A.[1], Ouraji H.[1]

[*]amirkola@yahoo.com

1-Department of fisheries, Faculty of animal sciences and fisheries, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-01]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1397.27.4.14.4]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2018.117747]

Abstract

The main goal of the current study was to investigate the effects of low protein diets along with fishmeal replacement by plant protein in rainbow trout diet. In the current study, three protein levels (32, 36 and 40%) and three fishmeal levels (20, 40 and 60%) were tested in rainbow trout. Amino acid content of the diets were balanced by addition of essential amino acids. This led to nine experimental diets and three replicates for each treatment. The results showed that growth parameters were influenced by protein level ($p<0.05$). However, fishmeal replacement only changed final weight and specific growth weight ($p<0.05$). The result also revealed that the interaction effect between protein level and fishmeal replacement was significant only for specific growth rate ($p<0.05$) and there were no interaction effect for other growth parameters ($p>0.05$). Maximum growth was observed in fish fed diet containing 36% protein and 40% fishmeal. Both protein level and fishmeal replacement affected TAN excretion in rainbow trout ($p<0.05$) and minimum ammonia nitrogen was observed in treatments 36p20f and 32p40f ($p<0.05$). In conclusion, the current result suggested that lowering dietary protein by 36% and also fishmeal replacement by plant protein up to 60% did not have a negative impact on growth parameters in rainbow trout when dietary essential amino acids were balanced. This condition also can lead to a lower ammonia release to water.

Keywords: Amino Acids, Growth, Feed Conversion, Protein Level, Fishmeal

[*]Corresponding author